



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Kombinacinės logikos schemas

P175B100 Skaitmeninės logikos pradmenų pirmas laboratorinis darbas

Projekto autorius

Gustas Klevinskas

Akademinei grupei

IFF-8/7

Vadovai

Doc. Tomas Adomkus

Kaunas, 2019

Turiny

Įvadas	3
Pagrindinė dalis.....	4
Pirmoji schema (IR, ARBA, NE elementai)	5
Antroji schema (tik ARBA-NE ir NE elementai)	7
Trečioji schema (naudojant multiplekserį)	9
Išvados	11

Įvadas

Darbo tikslas – įsisavinti Būlio funkcijų minimizavimą ir kombinacinių loginių schemų projektavimą bei modeliavimą.

Užduotys:

1. Užrašyti pateiktą funkciją normaliąja disjunktine forma;
2. Minimizuoti pateiktą funkciją;
3. Realizuoti šią funkciją trimis būdais:
 - a) naudojant IR, ARBA, NE elementus;
 - b) naudojant tik IR-NE arba ARBA-NE ir NE elementus, panaudojant De Morgano dėsnį;
 - c) naudojant multiplekserį ir reikiamus IR, ARBA, NE, IR-NE, ARBA-NE elementus.
4. Patikrinti suprojektuotų schemų funkcionavimą.

Pagrindinė dalis

Skaičių seka, kurią turės patikrinti mano schema: 0, 2, 11, 12, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 36, 37, 39, 45, 53 (323 užduotis).

Sutrumpinta teisingumo lentelė:

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0
11	0	0	1	0	1	1
12	0	0	1	1	0	0
18	0	1	0	0	1	0
20	0	1	0	1	0	0
22	0	1	0	1	1	0
23	0	1	0	1	1	1
24	0	1	1	0	0	0
26	0	1	1	0	1	0
28	0	1	1	1	0	0
29	0	1	1	1	0	1
30	0	1	1	1	1	0
36	1	0	0	1	0	0
37	1	0	0	1	0	1
39	1	0	0	1	1	1
45	1	0	1	1	0	1
53	1	1	0	1	0	1

Čia skirtingomis spalvomis sužymėtos skirtingos multiplekserio įvestys ir tos grupės adresiniai kintamieji (D0 – žaliai, D1 – geltonai, D2 – mėlynai, D3 – raudonai).

Pirmoji schema (IR, ARBA, NE elementai)

Iš teisingumo lentelės gauti mintermai:

$$\begin{aligned} & \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} x_5 x_6 \cup \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \\ & \cup \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 x_6 \cup \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 \overline{x_6} \cup \\ & \cup \overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_2 x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_2 x_3 x_4 \overline{x_5} x_6 \cup \\ & \cup \overline{x_1} x_2 x_3 x_4 x_5 \overline{x_6} \cup x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6 \cup x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4 x_5 \overline{x_6} \cup \\ & \cup x_1 \overline{x_2} x_3 x_4 \overline{x_5} x_6 \cup x_1 x_2 \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6 \end{aligned}$$

Karno diagrama:

$x_4 x_5 x_6$ $x_1 x_2 x_3$	000	001	011	010	110	111	101	100
000	1			1				
001			1					1
011	1			1	1		1	1
010				1	1	1		1
110							1	
111								
101							1	
100						1	1	1

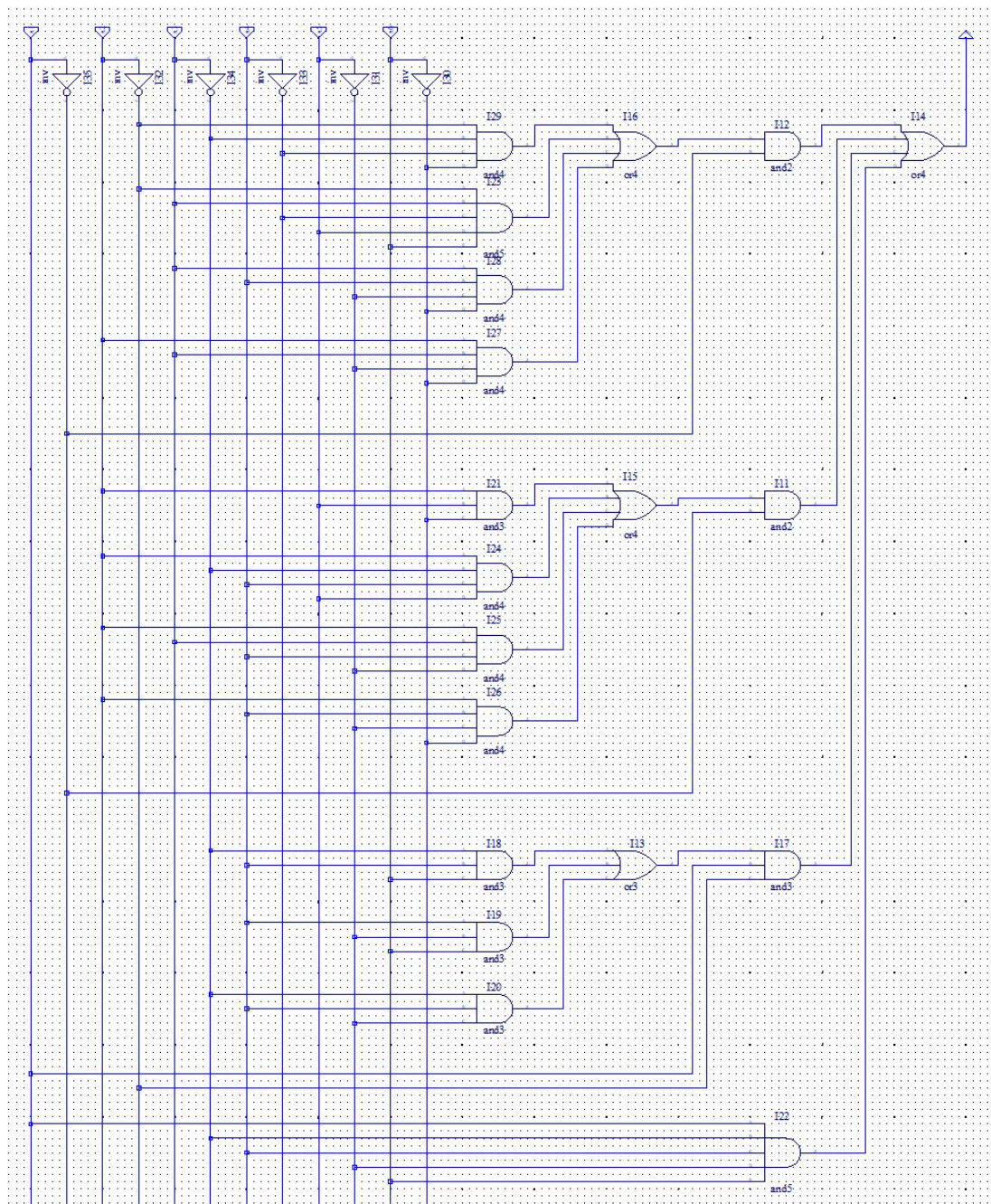
Iš Karno diagramos gauti mintermai:

$$\begin{aligned} & \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_2 x_3 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \\ & \cup \overline{x_1} x_2 x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 \cup \overline{x_1} x_2 x_3 x_4 \overline{x_5} \cup \overline{x_1} x_2 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \\ & \cup x_1 \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6 \cup x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4 x_6 \cup x_1 \overline{x_2} x_4 \overline{x_5} x_6 \cup x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} \end{aligned}$$

Kadangi pasitaikė vienas elementas, kuris nesusiprastino Karno diagramoje ir liko sudarytas iš šešių signalų, mintermus reikia minimizuoti. Po iškėlimo prieš skliaustus mintermai atrodo taip:

$$\begin{aligned} & \overline{x_1} (\overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \cup \overline{x_2} x_3 \overline{x_4} x_5 \cup x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup x_2 x_3 \overline{x_5} \overline{x_6}) \cup \\ & \cup \overline{x_1} (x_2 x_5 \overline{x_6} \cup x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 \cup x_2 x_3 x_4 \overline{x_5} \cup x_2 x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6}) \cup \\ & \cup x_1 \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6 \cup x_1 \overline{x_2} (\overline{x_3} x_4 x_6 \cup x_4 \overline{x_5} x_6 \cup \overline{x_3} x_4 \overline{x_5}) \end{aligned}$$

Realizuota schema ir testai:



Signal name	Value	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
nr x1	1																																
nr x2	1																																
nr x3	1																																
nr x4	1																																
nr x5	1																																
nr x6	1																																
nr y	0																																
V-VBus0	63																																

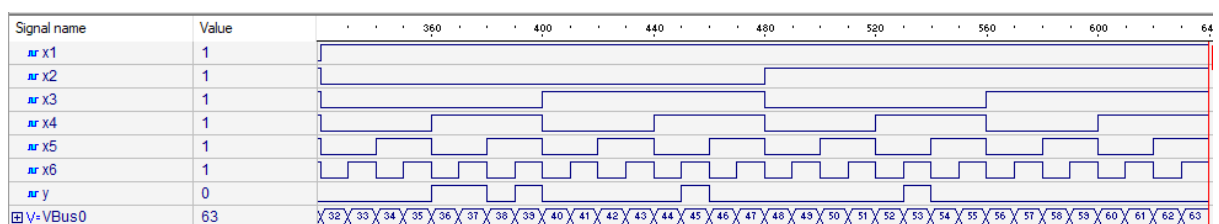
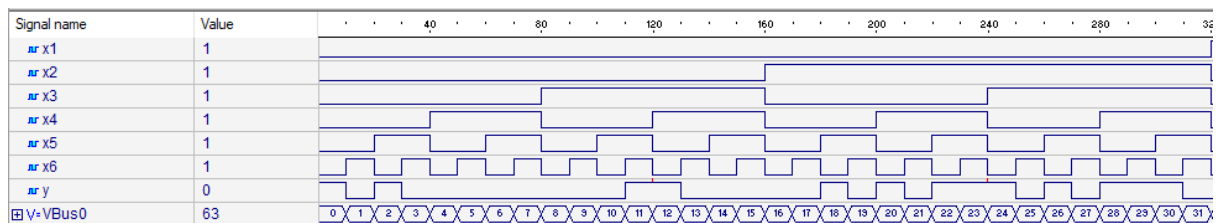
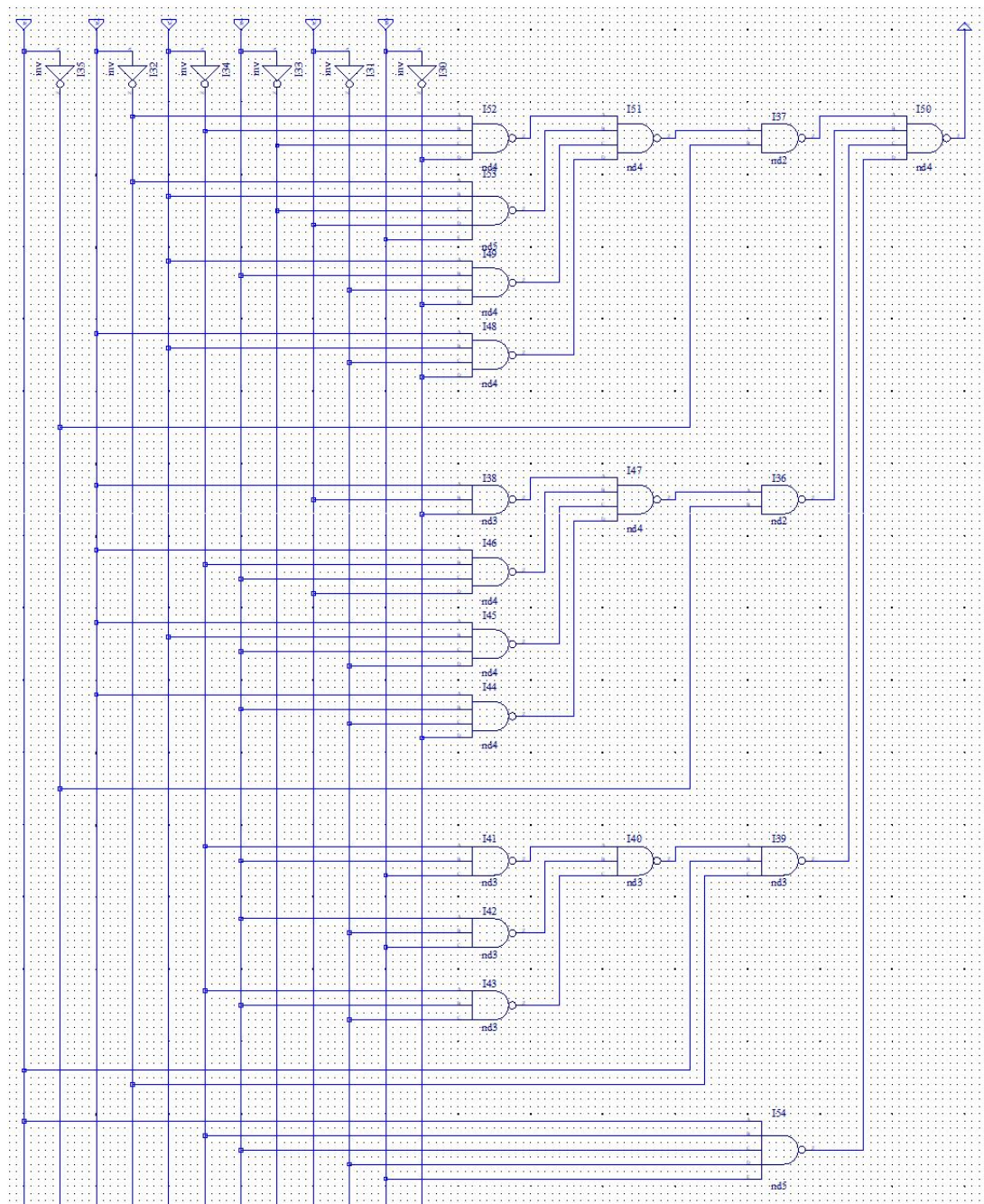
Signal name	Value	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
nr x1	1																																
nr x2	1																																
nr x3	1																																
nr x4	1																																
nr x5	1																																
nr x6	1																																
nr y	0																																
V-VBus0	63																																

Antroji schema (tik ARBA-NE ir NE elementai)

Pirmiausia, pasinaudojus De Morgano dėsniu, gauname mintermus, kuriuose realizuojama tik loginė daugyba:

$$\begin{aligned} & \overline{\overline{x_1}(\overline{x_2 x_3 x_4 x_6} \cdot \overline{x_2 x_3 x_4 x_5 x_6} \cdot \overline{x_3 x_4 x_5 x_6} \cdot \overline{x_2 x_3 x_5 x_6})} \cdot \\ & \cdot \overline{\overline{x_1(x_2 x_5 \overline{x_6} \cdot x_2 \overline{x_3} x_4 x_5 \cdot x_2 x_3 x_4 \overline{x_5} \cdot x_2 x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6})}} \cdot \\ & \cdot \overline{\overline{x_1 \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6} \cdot x_1 \overline{x_2}(\overline{\overline{x_3 x_4 x_6} \cdot x_4 \overline{x_5} x_6} \cdot \overline{\overline{x_3 x_4 x_5}})} \end{aligned}$$

Realizuota schema ir testai:



Trečioji schema (naudojant multiplekserį)

Realizuojant schemą su multiplekseriu reikia išskirti adresinius kintamuosius. Aš parinkau x_1 ir x_2 kaip adresinius. Šiuos kintamuosius reikia išsikelti prieš skliaustus. Tuomet mano nauja išraiška atrodys taip:

$$\begin{aligned} & \overline{x_1} \overline{x_2} (\overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup x_3 \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6}) \cup \\ & \cup \overline{x_1} x_2 (\overline{x_3} \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_3} x_4 x_5 \overline{x_6} \cup \overline{x_3} x_4 x_5 x_6 \cup \\ & \cup x_3 \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_6} \cup x_3 \overline{x_4} x_5 \overline{x_6} \cup x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup x_3 x_4 \overline{x_5} x_6 \cup \\ & \cup x_3 x_4 x_5 \overline{x_6}) \cup x_1 \overline{x_2} (\overline{x_3} x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6 \cup \overline{x_3} x_4 x_5 x_6 \cup \\ & \cup x_3 x_4 \overline{x_5} x_6) \cup x_1 x_2 (\overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6) \end{aligned}$$

Sudarome keturias Karno diagramas multiplekserio įvestims:

$\overline{x_1} \overline{x_2}$ lentelė:

$x_5 x_6 \backslash x_3 x_4$	00	01	11	10
00	1			1
01				
11	1			
10			1	

$\overline{x_1} x_2$ lentelė:

$x_5 x_6 \backslash x_3 x_4$	00	01	11	10
00				1
01		1		1
11		1	1	1
10		1		1

$x_1 \overline{x_2}$ lentelė:

$x_5 x_6 \backslash x_3 x_4$	00	01	11	10
00				
01	1	1	1	
11		1		
10				

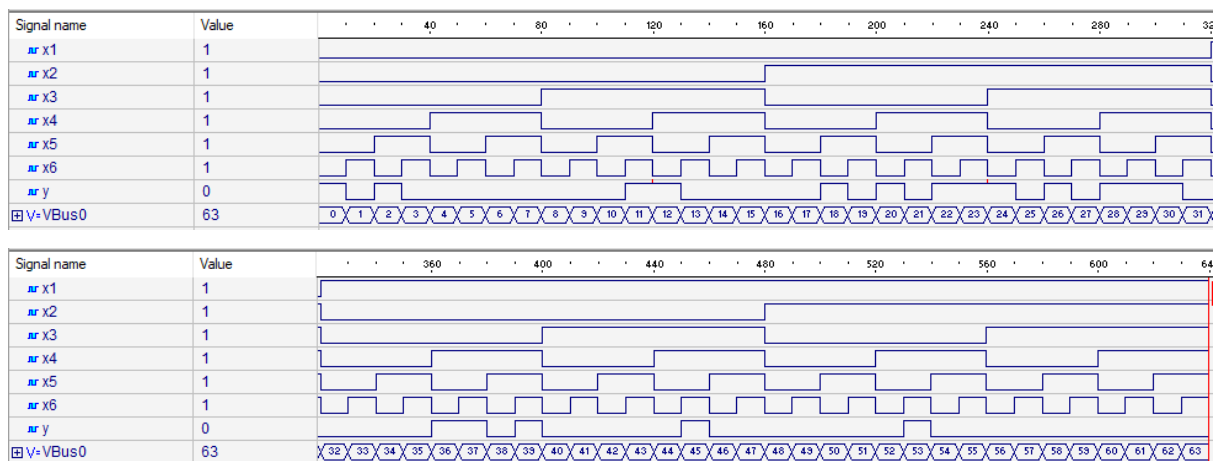
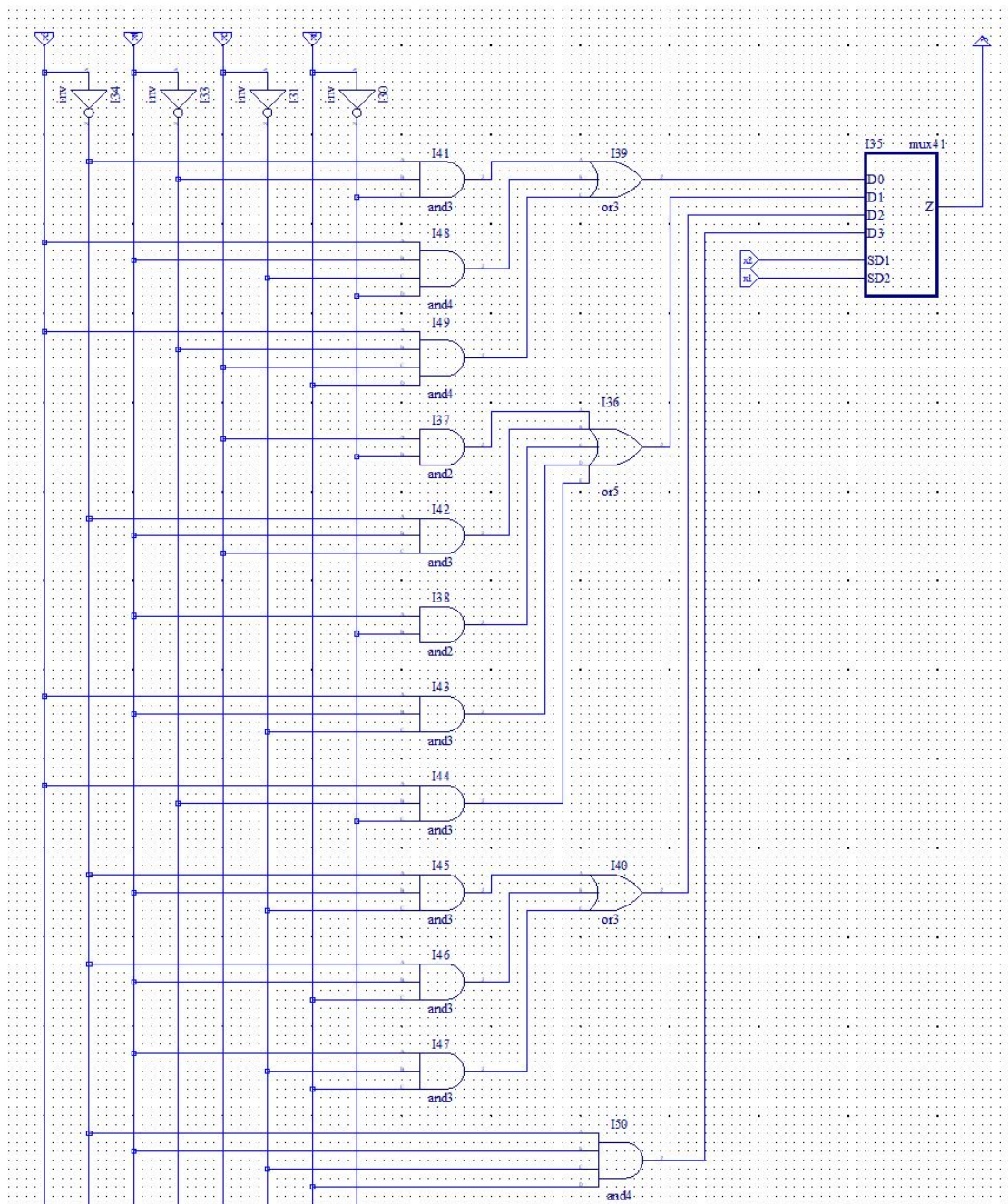
$x_1 x_2$ lentelė:

$x_5 x_6 \backslash x_3 x_4$	00	01	11	10
00				
01		1		
11				
10				

Pasinaudojant Karno diagramomis, suprastiname kiekvieną grupę:

$$\begin{aligned} & \overline{x_1} \overline{x_2} (\overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_6} \cup x_3 x_4 \overline{x_5} \overline{x_6} \cup x_3 \overline{x_4} x_5 x_6) \cup \\ & \cup \overline{x_1} x_2 (\overline{x_5} \overline{x_6} \cup \overline{x_3} x_4 x_5 \cup x_4 \overline{x_6} \cup x_3 x_4 \overline{x_5} \cup x_3 \overline{x_4} \overline{x_6}) \cup \\ & \cup x_1 \overline{x_2} (\overline{x_3} x_4 \overline{x_5} \cup \overline{x_3} x_4 x_6 \cup x_4 \overline{x_5} x_6) \cup \\ & \cup x_1 x_2 (\overline{x_3} x_4 \overline{x_5} x_6) \end{aligned}$$

Realizuota schema ir testai:



Išvados

Darbas buvo atliktas sėkmingai; testuojant kiekvieną schemą ji grąžino reikiamus rezultatus.

Tą pačią schemą galima realizuoti ne tik vienu būdu. Ją dar galima suprojektuoti pasinaudojus tik vieno tipo vartais. Tai reikalauja minimalių pakeitimų schemoje, tačiau produktas žymiai pigesnis, nes naudojami tik vieno tipo (šiuo atveju NAND) elementai. Taip pat schemą galima realizuoti pasinaudojus multipleksieriu, kas drastiškai sumažina schemos sudėtingumą.